

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-305099

(43)Date of publication of application : 02.11.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/1343
G02F 1/1333
G02F 1/1335
G02F 1/1365
G09F 9/00

(21)Application number : 11-116384

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 23.04.1999

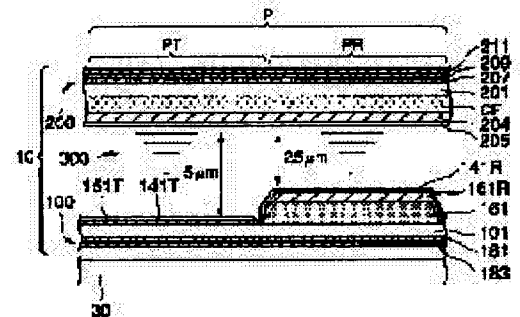
(72)Inventor : NAKAMURA TAKU

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device which can display an image high in picture quality both in dark and bright places and which can reduce the power consumption.

SOLUTION: A reflecting part PR and a transmitting part PT are formed in one pixel region P. In a bright place, external light is selectively reflected by the reflecting part PR to display an image, while in a dark place, the back light emitted from a back light unit 30 is selectively transmitted by the transmitting part PT to display an image. The thickness of the liquid crystal layer in the reflecting part PR is smaller than the thickness of the liquid crystal layer in the transmitting part PT and is specified to almost half of the thickness in the transmitting part.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-305099
(P2000-305099A)

(43)公開日 平成12年11月2日 (2000.11.2)

(51)Int.Cl. ⁷		識別記号	F I		テーマコード*(参考)	
G 0 2 F	1/1343		G 0 2 F	1/1343		2 H 0 9 0
	1/1333	5 0 0		1/1333	5 0 0	2 H 0 9 1
	1/1335	5 2 0		1/1335	5 2 0	2 H 0 9 2
	1/1365		G 0 9 F	9/00	3 3 2 E	5 G 4 3 5
G 0 9 F	9/00	3 3 2			3 3 3 B	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁) 最終頁に続く						

(21)出願番号 特願平11-116384
(22)出願日 平成11年4月23日 (1999. 4. 23)

(71)出願人 000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72)発明者 中村 卓
埼玉県深谷市幡羅町1丁目9番2号 株式
会社東芝深谷電子工場内
(74)代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

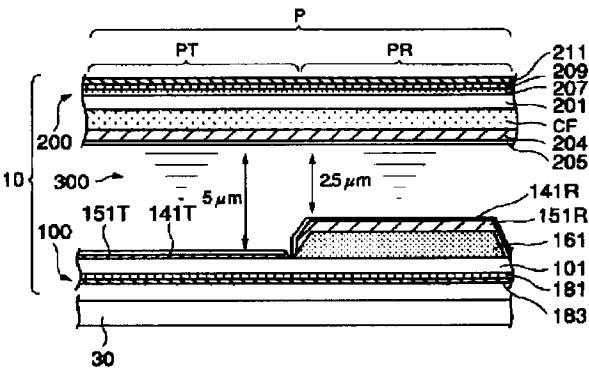
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】暗所及び明所において、高画質な画像を表示することができ、且つ、消費電力を低減することができる液晶表示装置を提供することを目的とする。

【解決手段】一画素領域Pに反射部PRと透過部PTとを備え、明所では、反射部PRにより、外光を選択的に反射して画像を表示し、暗所では、透過部PTにより、バックライトユニット30から出射されたバックライト光を選択的に透過して画像を表示する。反射部PRにおける液晶層の厚さは、透過部PTにおける液晶層の厚さより薄く、約半分の厚さに設定されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】一主面上の行方向に配列された走査線、これら走査線に直交するように列方向に配列された信号線、前記走査線及び信号線によって区画された画素領域に配置された画素電極、及び、前記走査線と信号線との交差部に配置されるとともに前記画素電極に駆動信号を供給するスイッチング素子を有する第 1 基板と、一主面上に配置された対向電極を有する第 2 基板と、前記第 1 基板と第 2 基板との間に挟持された液晶組成物を含む液晶層と、を備えた液晶表示装置において、前記画素領域は、反射表示を行なう反射部と、透過表示を行なう透過部と、を備え、前記反射部における前記液晶層の厚さは、前記透過部における前記液晶層の厚さと異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】前記液晶層がオン状態とオフ状態との間で入射光に生じさせる位相差は、前記透過部において、 $(2N-1) \cdot \pi/2$ (N は自然数) であり、前記反射部において、 $(2M-1) \cdot \pi/4$ (M は自然数) であることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】前記第 2 基板は、前記液晶層に対向する面が実質的に平坦であるとともに、前記第 1 基板は、前記液晶層に対向する面が凹凸面であることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】前記反射部は、前記透過部より突出したバンプを有することを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】前記反射電極は、前記バンプ上に設けられたことを特徴とする請求項 4 に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】前記反射電極は、前記バンプの下層に設けられたことを特徴とする請求項 4 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】前記反射部は、前記透過部より突出した複数のバンプ上に設けられた反射電極を有することを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】前記反射部には、反射電極が配置され、前記透過部には、透過電極が配置されたことを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】前記透過電極は、前記反射部に延在され、前記反射電極と重畳されていることを特徴とする請求項 8 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、液晶表示装置に係り、特に、一画素領域内に外光を反射することによって画像を表示する反射部とバックライト光を透過することによって画像を表示する透過部とを有する半透過型の液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、液晶表示装置は、互いに直交するように配列された走査線及び信号線の交差部付近に配置されたスイッチング素子及びこのスイッチング素子に電氣的に接続された画素電極を有するアレイ基板と、対向電極を有する対向基板と、アレイ基板と対向基板との間に挟持される液晶組成物を含む液晶層とを備えている。

【0003】半透過型の液晶表示装置は、一画素領域内において、反射電極を有する反射部と、透過電極を有する透過部とを備えている。反射電極及び透過電極は、スイッチング素子に接続された画素電極であり、同一の駆動電圧が供給される。

【0004】このような半透過型の液晶表示装置は、暗所においては、バックライトを点灯し、画素領域内の透過部を利用して画像を表示する透過型液晶表示装置として機能させ、明所においては、外光を画素領域内の反射部を利用して反射することによって画像を表示する反射型液晶表示装置として機能させることにより、消費電力を大幅に低減することができるメリットがある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような半透過型液晶表示装置では、以下のような問題が生じる。すなわち、反射型液晶表示装置として機能させる場合、画像は、外光が液晶層を通過した後、反射電極によって反射され、再度、液晶層を通過することにより、表示される。これに対して、透過型液晶表示装置として機能させる場合、画像は、バックライト光が液晶層を 1 回通過することにより、表示される。

【0006】このとき、単一の液晶層厚を有する液晶表示装置の反射部及び透過部の位相差を実際の光路に即して考えると、反射部では、透過部の 2 倍となる。このため、例えば、透過部において、液晶層を一回通過する光に $\pi/2$ の位相差を与えようとするとき、反射部においては、液晶層を二回通過する、すなわち液晶層を往復する光の位相差は、 π となる。

【0007】したがって、透過部において、液晶層を通過する光を変調制御することにより、表示色のコントラストを制御することができても、反射部において、液晶層を通過する光は、常時、同一コントラストの単色表示または黒表示となり、実用的な表示モードが存在しないことになる。これにより、同一の画素領域内において、透過部において表示された表示色のコントラストが反射部の表示の影響によって低下し、高画質な画像を表示することが困難となる問題が発生する。

【0008】この発明は、上述した問題点を鑑みなされたものであって、その目的は、暗所及び明所において、高画質な画像を表示することができ、且つ、消費電力を低減することができる液晶表示装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し目的を達成するために、請求項1に記載の液晶表示装置は、一主面上の行方向に配列された走査線、これら走査線に直交するように列方向に配列された信号線、前記走査線及び信号線によって区画された画素領域に配置された画素電極、及び、前記走査線と信号線との交差部に配置されるとともに前記画素電極に駆動信号を供給するスイッチング素子を有する第1基板と、一主面上に配置された対向電極を有する第2基板と、前記第1基板と第2基板との間に挟持された液晶組成物を含む液晶層と、を備えた液晶表示装置において、前記画素領域は、反射表示を行なう反射部と、透過表示を行なう透過部と、を備え、前記反射部における前記液晶層の厚さは、前記透過部における前記液晶層の厚さと異なることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、この発明の液晶表示装置の一実施の形態について図面を参照して説明する。

【0011】図1は、この発明の液晶表示装置に適用される液晶表示パネルの一例を概略的に示す斜視図である。

【0012】この発明の一実施の形態に係る液晶表示装置は、アクティブマトリクスタイプの半透過型カラー液晶表示装置であって、液晶表示パネル10と、バックライトユニット30とを備えている。

【0013】液晶表示パネル10は、図1及び図2に示すように、第1基板としてのアレイ基板100と、このアレイ基板100に対向配置された第2基板としての対向基板200と、アレイ基板100と対向基板200との間に配置された液晶組成物を含む液晶層300とを備えている。このような液晶表示パネル10において、画像を表示する表示エリア102は、アレイ基板100と対向基板200とを貼り合わせるシール材106によって囲まれた領域内に形成され、複数の画素領域を備えている。表示エリア102内から引出された各種配線パターンを有する周辺エリア104は、シール材106の外側の領域に形成されている。

【0014】アレイ基板100の表示エリア102は、図2乃至図4に示すように、透明な絶縁性基板、例えば厚さが0.7mmのガラス基板101上にマトリクス状に配置された $m \times n$ 個の画素電極151、これら画素電極151の行方向に沿って形成された m 本の走査線 $Y_1 \sim Y_m$ 、これら画素電極151の列方向に沿って形成された n 本の信号線 $X_1 \sim X_n$ 、 $m \times n$ 個の画素電極151に対応して走査線 $Y_1 \sim Y_m$ および信号線 $X_1 \sim X_n$ の交差位置近傍に非線形スイッチング素子として配置された $m \times n$ 個の薄膜トランジスタすなわちTFT121、 m 本の走査線 $Y_1 \sim Y_m$ に平行に配置された m 本の補助容量線52、走査線 $Y_1 \sim Y_m$ を駆動する走査線駆動回路18、これら信号線 $X_1 \sim X_n$ を駆動する信号線

駆動回路19を有している。

【0015】走査線は、アルミニウムやモリブデン-タングステン合金などの低抵抗材料によって形成されている。信号線は、アルミニウムなどの低抵抗材料によって形成されている。

【0016】この発明の第1の実施の形態では、図3及び図4に示すように、画素領域Pは、概ねアレイ基板100に設けられた走査線Y及び信号線Xによって区画された領域に相当する。一画素領域Pは、外光を選択的に反射することによって画像を表示する反射部PRと、バックライトユニット30からのバックライト光を選択的に透過することによって画像を表示する透過部PTとを有している。

【0017】反射部PRは、例えばアクリル樹脂レジストによって形成されたバンプ161と、このバンプ161の上に設けられたアルミニウムなどの金属反射膜によって形成された反射電極151Rとを備えている。

【0018】透過部PTは、インジウム-ティン-オキサイドすなわちITOなどの透明導電性部材によって形成された透過電極151Tを備えている。

【0019】反射電極151R及び透過電極151Tは、TFT121のソース電極に電氣的に接続された画素電極151として機能する。

【0020】TFT121は、図5に示すように、例えばトップゲート型であり、ガラス基板101上に形成されたポリシリコン膜からなる半導体膜122を有している。この半導体膜122は、活性領域122A、および、不純物ドーパされたソース領域122S及びドレイン領域122Dを有している。この半導体膜122及びガラス基板101の表面は、酸化シリコン膜すなわち SiO_2 によって形成されたゲート絶縁膜123によって覆われている。

【0021】活性領域122Aの直上に位置するゲート絶縁膜123上には、走査線Yから突出したゲート電極124が配置されている。このゲート電極124及びゲート絶縁膜123は、酸化シリコン膜すなわち SiO_2 によって形成された層間絶縁膜125によって覆われている。このゲート電極124を含む走査線Yは、アルミニウムによって形成されている。

【0022】層間絶縁膜125上における透過部PTには、ITOによって形成された透過電極151Tが配置されている。

【0023】TFT121のソース電極127Sは、ゲート絶縁膜123及び層間絶縁膜125を貫通するコンタクトホール126Sを介して半導体膜122のソース領域122Sにコンタクトしている。このソース電極127Sは、透過電極151Tに電氣的に接続されている。

【0024】TFT121のドレイン電極127Dは、ゲート絶縁膜123及び層間絶縁膜125を貫通するコ

10

20

30

40

50

ンタクトホール126Dを介して半導体膜122のドレイン領域122Dにコンタクトしている。このドレイン電極127Dは、信号線Xと同一工程で形成され、信号線Xの一部をなしている。

【0025】これらソース電極127S及びドレイン電極127Dを含む信号線Xは、モリブデン／アルミニウム／モリブデンの積層体によって形成されている。

【0026】層間絶縁膜125上における反射部PRには、所定の厚さを有する樹脂によって形成されたバンプ161が設けられている。このバンプ161は、TFT121のソース電極127S及びドレイン電極127Dも覆うように配置されている。

【0027】このバンプ161上には、アルミニウムによって形成された反射電極151Rが配置されている。この反射電極151Rは、バンプ161を貫通するコンタクトホール128を介してソース電極127Sに電気的に接続されている。

【0028】図3及び図4に示した例では、TFT121は、信号線X及び走査線Yの交差部付近のバンプ161の下層に配置されている。画素電極151としての透過電極151Tおよび反射電極151Rには、TFT121のソース電極127Sから同一の駆動信号が供給されている。

【0029】図4に示すように、透過電極151T及び反射電極151Rの表面は、対向基板200との間に介在される液晶組成物300を配向させるための配向膜141T及び141Rによって覆われている。

【0030】各TFT121は、図2に示すように、対応走査線が走査線駆動回路18によって駆動されることにより対応行の画素電極151が選択されたときに信号線駆動回路19によって駆動される信号線X1〜Xnの電位をこれら対応行の画素電極151に印加する。

【0031】走査線駆動回路18は、水平走査周期で順次走査線Y1〜Ymに走査電圧を供給し、信号線駆動回路19は、各水平走査周期において画素信号電圧を信号線X1〜Xnに供給する。

【0032】この液晶表示パネル10では、図1に示したように、液晶表示装置の外形寸法、特に額縁サイズを小さく構成するために、詳細に図示しないが、信号線は、アレイ基板100の周辺エリア104Xの第1端辺100X側にのみ引き出され、この第1端辺100X側で信号線に映像データを供給する信号線駆動回路19などを含むX制御回路基板421にX-TAB401-1、401-2、401-3、401-4を介して接続されている。

【0033】また、走査線も、アレイ基板の周辺エリア104Xにおける第1端辺100Xと直交する第2端辺100Y側にのみ引き出され、この第2端辺100Y側で走査線に走査パルスを提供する走査線駆動回路18などを含むY制御回路基板431にY-TAB411-

1、411-2を介して接続されている。

【0034】対向基板200の表示エリア102は、図2及び図4に示すように、透明な絶縁性基板、例えば厚さが0.7mmのガラス基板201上に配設されたカラーフィルタCF及びこのカラーフィルタCF上に配設された対向電極204を備えている。

【0035】このカラーフィルタCFは、カラー表示を実現するために、各画素領域毎にもうけられている。この実施の形態では、例えば、赤画素領域、緑画素領域、青画素領域に、それぞれ、赤、緑、青に着色されたカラーフィルタCFが設けられている。このカラーフィルタCFは、例えば、各色成分の顔料を分散させた樹脂によって形成されている。

【0036】この対向電極204は、画素電極151との間で電位差を形成する透明導電性部材、例えばITOによって形成されている。また、この対向電極204の表面は、アレイ基板100との間に介在される液晶組成物300を配向させるための配向膜205によって覆われている。

【0037】対向電極204は、複数の画素電極151に対向して基準電位に設定される。基板の周囲に配置された電極転移材すなわちトランスファとしての銀ペーストは、アレイ基板100から対向基板200へ電圧を供給するために設けられ、対向電極204は、トランスファを介して接続された対向電極駆動回路20により駆動される。

【0038】画素電極151と、対向電極204との間に挟持された液晶層300により、液晶容量CLを形成する。

【0039】アレイ基板100は、液晶容量CLと電気的に並列に補助容量CSを形成するための一対の電極を備えている。すなわち、補助容量CSは、画素電極151と同電位の補助容量電極61と、所定の電位に設定された補助容量線52との間に形成される電位差によって形成される。

【0040】アレイ基板100のガラス基板101の外表面には、λ/4位相差板181、及び偏光板183が配設されている。対向基板200のガラス基板201の外表面には、光拡散フィルム207、λ/4位相差板209、及び偏光板211が配設されている。偏光板183及び211の偏向面は、液晶表示装置の表示モードや、液晶組成物のツイスト角などに応じて最適な方向が選択されるが、この実施の形態では、互いに偏向面が平行となるように配置されている。

【0041】図4に示したバックライトユニット30は、液晶表示パネル10におけるアレイ基板100の背面に配置されている。このバックライトユニット30は、楔型の断面を有する導光板、この導光板の一側面に配置された光源、この光源を囲む反射板、導光板とアレイ基板との間に配置されるプリズムシートなどの光学シ

ートなどを有して構成されている。

【0042】液晶組成物300が挟持される液晶層の厚さ、すなわちアレイ基板100と対向基板200との間に形成された所定幅のギャップは、信号線X及び走査線Yなどの配線パターン、TFT121、画素電極151、周辺領域部などの非画素領域に配置されたスペーサによって確保されている。

【0043】この液晶層の厚さは、図4に示した例では、画素領域Pの透過部PTにおいて、約5 μ mである。

【0044】画素領域Pの反射部PRでは、反射電極151R、及び反射電極151Rの下層に約1乃至5 μ mの厚さ、この実施の形態では約2.5 μ mの厚さを有するバンプ161を備えているため、透過部PTにおける液晶層の厚さと異なり、反射部PRにおける液晶層の厚さは、約2.5 μ mである。

【0045】すなわち、対向基板200は、液晶層300に対向する面が実質的に平坦であるのに対して、アレイ基板100は、反射部PRにおいて、透過部PTより突出したバンプ161を有することにより、液晶層300に対向する面が凹凸面である。このため、液晶層を通過する光の片道の位相差は、透過部PTにおいて、反射部PRの2倍に相当することになる。

【0046】透過部PTでは、バックライトユニット30から出射された光は、液晶層300を一回通過するのに対して、反射部PRでは、対向基板200側から入射した光は、液晶層300を通過した後、反射電極151Rによって反射され、再度、液晶層300を通過した後に、対向基板200から出射される。したがって、透過部PTの液晶層を通過する光及び反射部PTの液晶層を通過する光の位相差は、実質的に等しくなる。

【0047】このように、透過部PTでは、バックライト光が液晶層300を一回だけ透過するのに対して、反射部PRでは、対向基板200側からの外光が液晶層300を二回通過することになるので、反射部PRの液晶層300の厚さは、透過部PTの厚さの約1/2とすることが好ましい。

【0048】次に、この液晶表示装置の製造方法について説明する。

【0049】すなわち、透過部PTでは、厚さ0.7mmのガラス基板101上の全面に、ITO薄膜をスパッタリング法により成膜し、パターンニングすることにより、透過電極151Tを形成する。この透過電極151Tは、TFT121のソース電極127Sに電気的に接続される。

【0050】続いて、配向膜材料を透過電極151T上に塗布し、ラビング処理を行うことにより、配向膜141Tを形成する。この配向膜141Tの配向軸は、対向基板200側に設けられる配向膜205の配向軸と互いに平行となるような向きに設定される。

【0051】反射部PRでは、ガラス基板101上の全面に、透明な紫外線硬化型アクリル樹脂レジスト（富士ハントテクノロジー（株）製）をスピンナーを用いて塗布し、乾燥する。その後、このアクリル樹脂レジストを、各画素領域Pの反射部PRに対応した所定のパターン形状のフォトリソマスクを用いて365nmの波長で、100mJ/cm²の露光量で露光したあと、所定の現像液によって70秒間現像する。そして、焼成することにより、膜厚2.5 μ mのバンプ161を形成する。

10 【0052】続いて、このバンプ161の上に、アルミニウム薄膜をスパッタリング法により成膜し、反射電極151Rを形成する。このとき、反射電極Rは、バンプ161に形成されたコンタクトホール128にアルミニウムを充填することにより、TFT121のソース電極127Sに電気的に接続される。その後、このアルミニウム薄膜が、バンプ161上に残るような所定の画素電極形状にパターンニングする。これより、バンプ161上に、反射電極151Rを形成する。

20 【0053】この反射電極151Rの下層には、厚さ100nmのモリブデンがアルミニウムと同一形状にて形成されている。

【0054】続いて、配向膜材料を反射電極151R上に塗布し、ラビング処理を行うことにより、配向膜141Rを形成する。この配向膜141Rの配向軸は、対向基板200側に設けられる配向膜205の配向軸と互いに直交するような向きに設定される。

【0055】一方、厚さ0.7mmのガラス基板201上に、対向電極204、及び配向膜205をそれぞれ形成し、対向基板200を形成する。

30 【0056】続いて、対向基板200の配向膜205周辺に沿って、液晶注入口を除いて、シール材106を印刷する。さらに、アレイ基板100側から対向基板200側の対向電極204に電圧を供給するための電極転移材を、シール材106周辺の電極転移電極上に形成する。

【0057】続いて、配向膜141R、141T及び205が互に対向するようにアレイ基板100及び対向基板200を配置し、加熱してシール材106を硬化させ、2枚の基板を貼り合わせる。このとき、アレイ基板100と対向基板200の間には、所定のギャップが形成される。

【0058】続いて、液晶注入口から、アレイ基板100と対向基板200との間に液晶組成物300にカイラル剤を添加したものを注入し、液晶注入口を紫外線硬化樹脂で封止する。注入された液晶組成物300は、アレイ基板100側の配向膜141R及び141Tと、対向基板200側の配向膜205とによって、ツイスト角90度のネマティック液晶層を形成する。

50 【0059】液晶層の厚さは、画素領域Pの反射部PRと透過部PTとで異なる。すなわち、反射部PRでは、

バンプ161の厚さ分、ガラス基板101表面からの厚さが透過部PTより厚くなり、反射部PRにおける液晶層の厚さが $2.5\mu\text{m}$ であるのに対して、透過部PTにおける液晶層の厚さが $5\mu\text{m}$ である。

【0060】このため、透過部PTでは、アレイ基板側から液晶層に入射したバックライト光は、対向基板側に透過するまでに $\pi/2$ の位相差を生じる。反射部PRでは、対向基板側から液晶層に入射した外光は、片道で $\pi/4$ の位相差を生じ、反射電極151Rで反射された反射光は、対向基板側に射出されるまでに、往復で $\pi/2$ の位相差を生じる。

【0061】アレイ基板100の外面には、 $\lambda/4$ 位相差板181、および偏光板183がこの順に積層される。また、対向基板200の外面には、光拡散フィルム207、 $\lambda/4$ 位相差板209、および偏光板211がこの順に積層される。

【0062】偏向板を通過し、位相差板を通過することによって生じる円偏光は、液晶層への電圧のON/OFFにより、順方向または逆方向の円偏光に変換される。これにより、再び位相差板を通過した後、偏光板の通過/非通過が選択される。これを利用して、暗所では、バックライト光を選択的に透過することにより、画像を表示する。また、明所では、外光を選択的に反射することにより、画像を表示する。

【0063】このような半透過型液晶表示装置の動作について、より詳細に説明する。

【0064】まず、透過部PTにおける液晶層300を通過する光は、液晶層300に電位差が印加されていない状態すなわち電圧OFF時において、図6の(a)に示すように動作する。すなわち、アレイ基板側から入射してくるバックライト光のうち、偏光板183の偏光方向に平行な所定方向の直線偏光のみが偏光板183を通過することにより、左旋光に変換され、アレイ基板側から液晶層300に入射する。

【0065】この左旋光は、所定角度にツイストした液晶組成物を含む液晶層300を通過することにより、 $\pi/2$ の位相遅延を生じ、右旋光に変換され、対向基板側のガラス基板201を通過する。この右旋光は、 $\lambda/4$ 位相差板209を通過することにより、再び直線偏光に変換される。この直線偏光の偏光方向は、偏向板211の偏光方向に平行である。このため、 $\lambda/4$ 位相差板209によって変換された直線偏光は、偏光板211を通過し、カラーフィルタCFの色に即した単色の明表示を行なう。

【0066】一方、液晶層300に電位差が印加された状態、すなわち電圧ON時において、透過部PTにおける液晶層300を通過する光は、図6の(b)に示すように動作する。すなわち、電圧OFF時と同様に、アレイ基板側から入射してくるバックライト光のうち、偏光

板183の偏光方向に平行な所定方向の直線偏光のみが偏光板183を通過し、さらに、 $\lambda/4$ 位相差板181を通過することにより、左旋光に変換され、アレイ基板側から液晶層300に入射する。

【0067】この左旋光は、ツイスト構造が解けた液晶組成物を含む液晶層300を通過することにより、液晶層300による位相変調を受けることなく、対向基板側のガラス基板201を通過する。この左旋光は、 $\lambda/4$ 位相差板209を通過することにより、直線偏光に変換される。この直線偏光の偏光方向は、偏向板211の偏光方向に直交する。このため、 $\lambda/4$ 位相差板209によって変換された直線偏光は、偏光板211を通過することができず、暗表示、すなわち黒表示を行なうことになる。

【0068】これに対して、反射部PRにおける液晶層300を通過する光は、液晶層300に電位差が印加されていない状態すなわち電圧OFF時において、図6の(c)に示すように動作する。すなわち、対向基板側から入射してくる外光のうち、偏光板211の偏光方向に平行な所定方向の直線偏光のみが偏光板211を通過することにより、左旋光に変換され、対向基板側のガラス基板201から液晶層300に入射する。

【0069】この左旋光は、所定角度にツイストした液晶組成物を含む液晶層300を通過することにより、 $\pi/4$ の位相遅延を生じ、反射電極151Rによって反射され、再び液晶層300を通過することにより、再び $\pi/4$ の位相遅延を生じることにより、トータルで $\pi/2$ の位相遅延を生じることになる。このため、対向基板側から入射した左旋光は、右旋光に変換され、対向基板側のガラス基板201を通過する。この右旋光は、 $\lambda/4$ 位相差板209を通過することにより、再び直線偏光に変換される。この直線偏光の偏光方向は、偏向板211の偏光方向に平行である。このため、 $\lambda/4$ 位相差板209によって変換された直線偏光は、偏光板211を通過し、カラーフィルタCFの色に即した単色の明表示を行なう。

【0070】一方、液晶層300に電位差が印加された状態、すなわち電圧ON時において、反射部PRにおける液晶層300を通過する光は、図6の(d)に示すように動作する。すなわち、電圧OFF時と同様に、対向基板側から入射してくる外光のうち、偏光板211の偏光方向に平行な所定方向の直線偏光のみが偏光板211を通過し、さらに、 $\lambda/4$ 位相差板209を通過することにより、左旋光に変換され、対向基板側のガラス基板201から液晶層300に入射する。

【0071】この左旋光は、ツイスト構造が解けた液晶組成物を含む液晶層300を一往復通過することにより、液晶層300による位相変調を受けることなく、対向基板側のガラス基板201を通過する。この左旋光

は、 $\lambda/4$ 位相差板209を通過することにより、直線偏光に変換される。この直線偏光の偏光方向は、偏向板211の偏光方向に直交する。このため、 $\lambda/4$ 位相差板209によって変換された直線偏光は、偏光板211を通過することができず、暗表示、すなわち黒表示を行なうことになる。

【0072】なお、電圧OFF時において、透過部PTを透過した光及び反射部で反射された光は、ともに光拡散フィルム207により拡散され、表示画面の視角を広げることができる。光拡散フィルムとしては、所定の屈折率を有した球状微粒子を別の屈折率を有する媒体内に分散させた微粒子分散フィルム（大日本印刷社製：商品名IDCフィルム）を使用した。この他に、光の回折効果を利用して散乱に指向性を付与する光拡散フィルム（住友化学社製：商品名ミルスティ）を使用しても実用域の表示輝度が高くなり良い。

【0073】このように、半透過型液晶表示装置は、一画素領域Pに反射部PRと透過部PTとを備え、明所では、反射部PRにより、外光を選択的に反射して画像を表示する反射型液晶表示装置として機能し、暗所では、バックライトユニット30を点灯し、透過部PTにより、バックライトユニット30から出射されたバックライト光を選択的に透過して画像を表示する透過型液晶表示装置として機能することにより、常に透過型液晶表示装置としてバックライトユニットを駆動した場合と比較して、消費電力を大幅に低減することが可能となる。

【0074】また、透過部における液晶層の厚さは、液晶層をアレイ基板側から対向基板側に向けて通過する光に対して $\pi/2$ の位相差を与えるように設定され、反射部における液晶層の厚さは、液晶層を対向基板側からアレイ基板側に向けて通過した後に再びアレイ基板側から対向基板側に向けて通過する光に対して $\pi/2$ の位相差を与えるように設定されている。すなわち、このような位相差を与えるために、上述した実施の形態では、透過部における液晶層の厚さは、反射部における液晶層の厚さの約2倍に設定されている。

【0075】このような構成とすることにより、透過部において、液晶層を通過する光を変調制御して表示色のコントラストを制御した場合に、反射部において、液晶層を通過する光に対しても、同時に且つ同一の変調制御を行なうことができる。したがって、同一の画素領域内において、透過部及び反射部の一方において表示された表示色のコントラストが他方の表示の影響を受けることなく、明所及び暗所においても高画質な画像を表示することが可能となる。

【0076】なお、上述した実施の形態では、図6の（a）乃至（d）に示したように、透過部の液晶層の厚さが反射部の液晶層の厚さより大きい場合について説明したが、透過部及び反射部を通過して対向基板側から出射される光に対して $\pi/2$ の位相差を与えられる構成で

あれば、これに限定されるものではない。

【0077】すなわち、図7の（a）乃至（d）に示すように、反射部の液晶層の厚さが透過部の液晶層の厚さより大きい場合であっても、上述した条件が成立するような構成であれば良い。

【0078】すなわち、反射部PRにおける液晶層300を通過する光は、液晶層300に電位差が印加されていない電圧OFF時において、図7の（a）に示すように動作する。すなわち、対向基板側から入射してくる外光のうち、偏光板211の偏光方向に平行な所定方向の直線偏光のみが偏光板211を通過する。この直線偏光は、 $\lambda/4$ 位相差板209を通過することにより、左旋光に変換され、対向基板側のガラス基板201から液晶層300に入射する。

【0079】この左旋光は、所定角度にツイストした液晶組成物を含む液晶層300を通過することにより、 $3\pi/4$ の位相遅延を生じ、反射電極151Rによって反射されることにより、再び $3\pi/4$ の位相遅延を生じる。これにより、トータルで $3\pi/2$ の位相遅延を生じ、対向基板側から入射した左旋光は、右旋光に変換され、対向基板側のガラス基板201を通過する。この右旋光は、 $\lambda/4$ 位相差板209を通過することにより、再び直線偏光に変換される。この直線偏光の偏光方向は、偏向板211の偏光方向に平行である。このため、 $\lambda/4$ 位相差板209によって変換された直線偏光は、偏光板211を通過し、カラーフィルタCFの色に即した単色の明表示を行なう。

【0080】一方、液晶層300に電位差が印加された電圧ON時において、反射部PRにおける液晶層300を通過する光は、図7の（b）に示すように動作する。すなわち、電圧OFF時と同様に、対向基板側から入射してくる外光のうち、偏光板211の偏光方向に平行な所定方向の直線偏光のみが偏光板211を通過し、さらに、 $\lambda/4$ 位相差板209を通過することにより、左旋光に変換され、対向基板側のガラス基板201から液晶層300に入射する。

【0081】この左旋光は、ツイスト構造が解けた液晶組成物を含む液晶層300を一往復通過することにより、液晶層300による位相変調を受けることなく、対向基板側のガラス基板201を通過する。この左旋光は、 $\lambda/4$ 位相差板209を通過することにより、直線偏光に変換される。この直線偏光の偏光方向は、偏向板211の偏光方向に直交する。このため、 $\lambda/4$ 位相差板209によって変換された直線偏光は、偏光板211を通過することができず、暗表示、すなわち黒表示を行なうことになる。

【0082】これに対して、図7の（c）に示すように、透過部PTにおける液晶層300を通過する光は、液晶層300に電位差が印加されていない電圧OFF時において、図6の（a）で説明した場合と同様に動作す

10

20

30

40

50

る。このため、アレイ基板側から入射してくるバックライト光の一部が偏光板211を通過し、カラーフィルタCFの色に即した単色の明表示を行なう。

【0083】一方、図7の(d)に示すように、液晶層300に電位差が印加された電圧ON時において、透過部PTにおける液晶層300を通過する光は、図6の

(b)で説明した場合と同様に動作する。このため、アレイ基板側から入射してくるバックライト光は、偏光板211を通過することができず、暗表示、すなわち黒表示を行なうことになる。

【0084】このように、透過部においては、液晶層を通過する光の片道の位相差、すなわち液晶層がオン状態とオフ状態との間で、液晶層に入射する入射光(外光)に生じさせる位相差は、

$$(2N-1) \cdot \pi/2 \quad (\text{但し、} N \text{ は自然数})$$

となるように設定され、反射部においては、液晶層がオン状態とオフ状態との間で、液晶層に入射する入射光

(バックライト光)に生じさせる位相差は、

$$(2M-1) \cdot \pi/4 \quad (M \text{ は自然数})$$

となるように設定されていれば、上述した実施の形態と同様の効果を得ることが可能である。

【0085】次に、この発明の第2の実施の形態について説明する。なお、上述した実施の形態と同一の構成要素については、同一の参照番号を付し、詳細な説明を省略する。

【0086】図8及び図9に示すように、画素領域Pは、概ねアレイ基板100に設けられた走査線Y及び信号線Xによって区画された領域に相当する。一画素領域Pは、外光を選択的に反射することによって画像を表示する反射部PRと、バックライトユニット30からのバックライト光を選択的に透過することによって画像を表示する透過部PTとを有している。

【0087】反射部PRは、例えば透明なアクリル樹脂レジストによって形成された複数の柱状バンプ171と、これらバンプ171を覆うように設けられたアルミニウムなどの金属反射膜によって形成された反射電極151Rとを備えている。この反射部PRを構成する柱状バンプ171は、例えば、直径約10μmの円形断面を有する円柱状に形成され、画素領域内において、ランダムな位置に配置されている。また、柱状バンプ171の先端部分は、丸みを有している。

【0088】より詳細には、バンプ171の上の直径約8μmの円内の領域には、ITO膜、モリブデン膜、及びアルミニウム膜がこの順に積層され、それより外側の領域では、バンプ171は、ITO膜のみに覆われることにより、反射部PRを構成している。

【0089】透過部PTは、ガラス基板101上の平坦な部分に、ITOなどの透明導電性部材によって形成された透過電極151Tを備えている。

【0090】反射電極151R及び透過電極151T

は、TFT121のソース電極に電氣的に接続された画素電極151として機能する。

【0091】図8に示すような平面図において、ITOのみの部分の面積S1と、アルミニウム膜を設けた部分の面積S2との比は、例えば、S1:S2=2:1に設定されている。図9に示すような断面図において、透過部PTにおける液晶層の厚さは、約5μmである。反射部PRを構成する柱状バンプ171の高さは、約2.5μmであり、透過部PTにおける液晶層の厚さの約半分となるように設定されている。

【0092】このような透過部及び反射部を有する半透過型液晶表示装置では、電圧ON/OFF時において、上述した第1の実施の形態と同様に動作し、同様の効果を得ることができる。また、このような構成では、反射電極151Rは、丸みを有する柱状バンプ171上に設けられているため、拡散反射光を発生することができ、光拡散フィルムを省略することができる。

【0093】次に、この発明の第3の実施の形態について説明する。なお、上述した実施の形態と同一の構成要素については、同一の参照番号を付し、詳細な説明を省略する。

【0094】第3の実施の形態の第1の実施の形態との相違点は、図10に示すように、バンプ172と反射電極151Rとの上下関係である。すなわち、反射部PRにおける反射電極151Rは、透過部PTにおける透過電極151Tと同層のガラス基板上に配置されている。反射部PRにおける液晶層の厚さを制御するために設けられるバンプ172は、反射電極151Rの上に配置される。

【0095】第1の実施の形態の場合には、透過部PTの液晶層に対して、例えば4Vの電圧を印加したとすると、電界強度は、透過部では、5V/5μm=1V/μm、反射部では、5V/2.5μm=2V/μmと異なり、実用上、透過部及び反射部での電圧-明るさ特性が異なってしまう。

【0096】これに対して、この第3の実施の形態では、電界強度は、透過部では、5V/5μm=1V/μm、反射部では、(5V-5V×εL/(εL+εB))/2.5μm(但し、εLは、液晶層の平均誘電率、εBは、バンプの誘電率をそれぞれ示す)となり、バンプ材料を適当に選択することにより、透過部及び反射部において、より実用的な電圧-明るさ特性が得られる。

【0097】なお、この第3の実施の形態では、バンプの代わりにカラーフィルタを用いても良い。

【0098】上述した第3の実施の形態においても、電圧ON/OFF時において、上述した第1の実施の形態と同様に動作し、同様の効果を得ることができる。

【0099】上述したように、この発明の液晶表示装置によれば、一画素領域内に、外光を利用して反射型液晶

10

20

30

40

50

表示装置として機能可能な反射部と、背面に配置されたバックライトユニットからのバックライト光を利用して透過型液晶表示装置として機能可能な透過部とを備え、明所及び暗所での使用に際して消費電力を低減することが可能となる。

【0100】また、透過部及び反射部の液晶層を通過して、対向基板側から出射される光に対して、それぞれ $\pi/2$ の位相遅延を与えることができるように、液晶層の厚さを制御することにより、輝度を向上できるとともに、コントラストの低下を防止することができ、高画質な画像を表示することができる。

【0101】なお、上述した実施の形態においては、ツイステッドネマティックタイプすなわちTNタイプの液晶組成物を含む液晶層を利用したが、電界により素子の位相差を $\lambda/4$ 波長以上のレンジで制御できる素子であれば、同様の効果が得られる。例えば、TNタイプの液晶組成物を基板方向に平行に配向させた水平配向型ネマティック液晶素子を用いてもよく、また、ネマティック液晶を基板方向に垂直に配向させた垂直配向型ネマティック液晶素子を用いても良い。また、反強誘電性液晶素子や、強誘電性液晶素子など、液晶層に入射した偏光の位相を右回りに $\lambda/4$ ずらすか、左回りに $\lambda/4$ ずらすかを電界制御できるものを用いても良い。

【0102】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、暗所及び明所において、高画質な画像を表示することができ、且つ、消費電力を低減することができる液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、この発明の液晶表示装置に適用される液晶表示パネルの一例を概略的に示す斜視図である。

【図2】図2は、この発明の液晶表示装置の構成を概略的に示す図である。

【図3】図3は、この発明の第1の実施の形態に係る液晶表示パネルの一画素領域を概略的に示す平面図である。

【図4】図4は、図3に示した一画素領域をA-B線で切断した時の断面を概略的に示す断面図である。

【図5】図5は、この発明の液晶表示装置における薄膜トランジスタの構成を概略的に示す断面図である。

【図6】図6の(a)は、この発明の液晶表示装置において、透過部の液晶層の厚さが反射部の液晶層の厚さより大きい場合、透過部の電圧OFF時の動作を説明するための図であり、(b)は、透過部の電圧ON時の動作を説明するための図であり、(c)は、反射部の電圧OFF時の動作を説明するための図であり、(d)は、反射部の電圧ON時の動作を説明するための図である。

【図7】図7の(a)は、この発明の液晶表示装置において、透過部の液晶層の厚さが反射部の液晶層の厚さより小さい場合、反射部の電圧OFF時の動作を説明するための図であり、(b)は、反射部の電圧ON時の動作を説明するための図であり、(c)は、透過部の電圧OFF時の動作を説明するための図であり、(d)は、透過部の電圧ON時の動作を説明するための図である。

【図8】図8は、この発明の第2の実施の形態に係る液晶表示パネルの一画素領域を概略的に示す平面図である。

【図9】図9は、図8に示した一画素領域をC-D線で切断した時の断面を概略的に示す断面図である。

【図10】図10は、この発明の第3の実施の形態に係る液晶表示パネルの一画素領域を概略的に示す断面図である。

【符号の説明】

10…液晶表示パネル

30…バックライトユニット

100…アレイ基板

121…薄膜トランジスタ

151…画素電極

151R…反射電極

151T…透過電極

161…バンプ

171…バンプ

172…バンプ

200…対向基板

204…対向電極

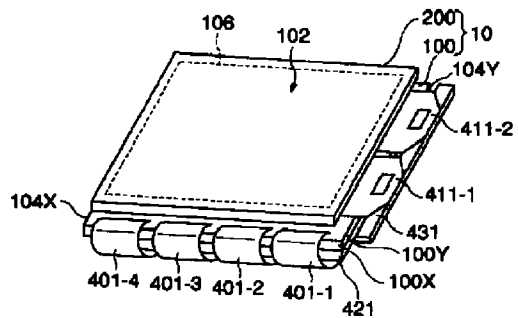
300…液晶組成物

P…画素領域

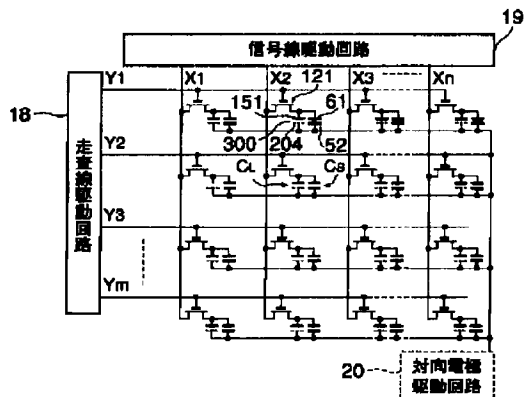
PR…反射部

PT…透過部

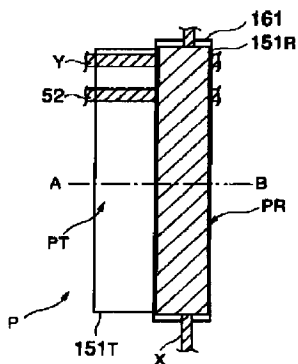
【図1】



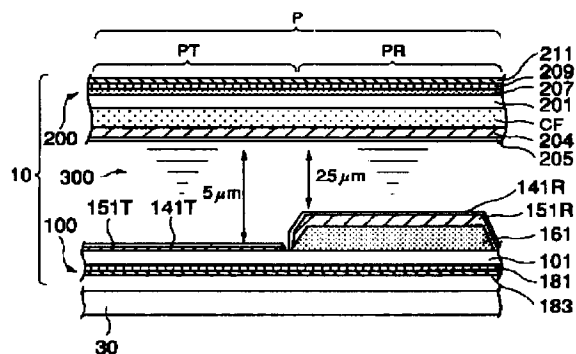
【図2】



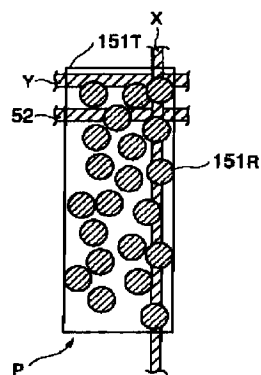
【図3】



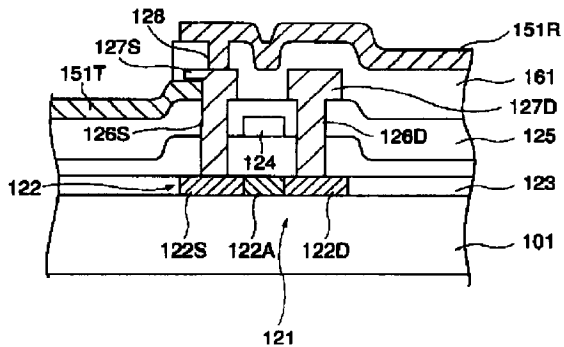
【図4】



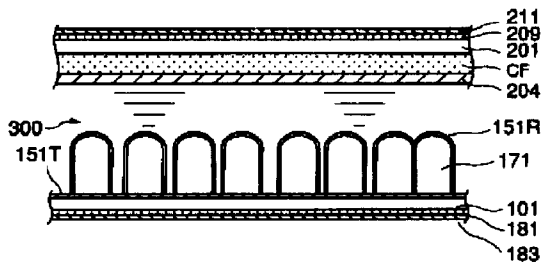
【図8】



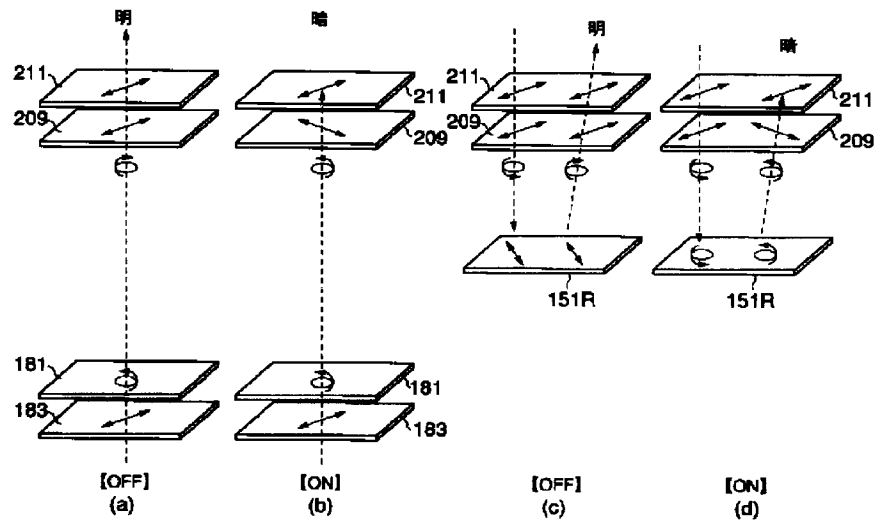
【図5】



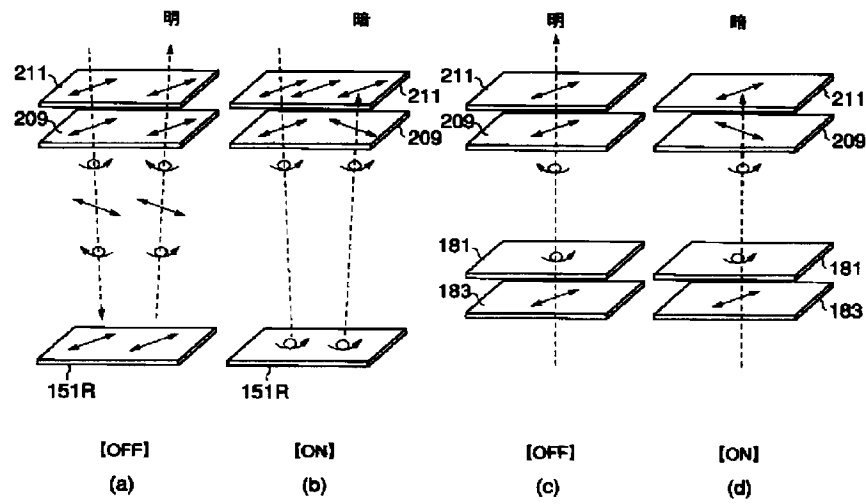
【図9】



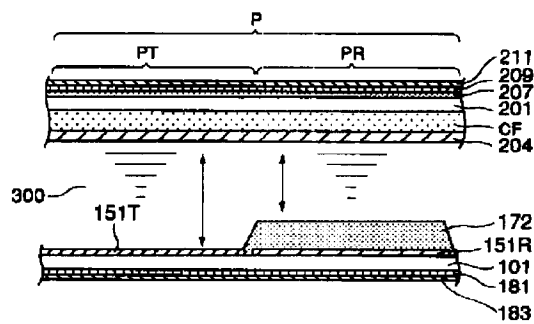
【図6】



【図7】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード (参考)
G 0 9 F 9/00	3 3 3	G 0 9 F 9/00	3 3 4
	3 3 4	G 0 2 F 1/136	5 0 0

F ターム (参考) 2H090 JA02 JB02 KA05 KA14 KA15
 LA01 LA16 LA20
 2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA11X
 FA11Z FA14Y FA29Z FA32X
 FA41Z FD04 FD06 GA01
 GA02 LA17 LA30
 2H092 GA12 HA04 HA05 JA24 JA25
 JB01 JB07 KA04 KA12 KA18
 KA24 KB04 PA01 PA12 PA13
 QA07 QA13 QA14
 5G435 AA01 BB12 BB15 BB16 CC09
 CC12 DD11 EE12 EE27 FF03
 FF05 FF08 FF12 KK05